



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/2020

Nº de proyecto 174

Título del proyecto:

**“PANDEMIC: Cómo salvar el mundo mediante
Ingeniería Genética cooperativa”**

Nombre del responsable del proyecto

JUANA MARÍA NAVARRO LLORENS

Centro

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Departamento

BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

La asignatura de FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GENÉTICA Y GENÓMICA (FIGG; 2º curso del Grado en Biología) es un acercamiento al conocimiento y manejo de las técnicas de Ingeniería Genética. Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre (6 créditos) y cuenta con 4 clases de unos 57 alumnos. Este proyecto ha ido dirigido a los cuatro grupos de esta asignatura (en adelante, grupos A, B, C, E).

La problemática que presenta la asignatura de FIGG se recoge en: i) dificultades en la comprensión de conceptos ya que el alumnado de segundo grado llega sin la base genética necesaria para entender los fundamentos de las técnicas, ii) problemas a la hora de resolver ejercicios nuevos no tipificados, iii) la dificultad de enseñar en un aula de modo teórico procedimientos que son prácticos (los créditos en prácticas son sólo 1.8 del total de 6 créditos, pocos en comparación con el contenido teórico de la asignatura cuando éstos tratan precisamente de procedimientos prácticos) iv) la actitud del alumnado que percibe la asignatura como árida, no le encuentra la aplicabilidad y se desmotiva a poco de empezar el curso. No obstante, uno de los puntos que más atrae al alumnado para escoger esta asignatura, es la baja incidencia de suspensos debida fundamentalmente al exhaustivo trabajo que se hace en las clases para reforzar los contenidos mínimos que los estudiantes deben conocer para aprobar la asignatura.

Con estos antecedentes, el año pasado se realizó un proyecto de innovación (PIMCD 140: “Estrategias de *Flipped learning* en Fundamentos de Ingeniería Genética” que nos ha servido de base para la realización este año de otro proyecto de innovación más arriesgado teniendo como base un formato de ludificación destinado a involucrar más a los alumnos. En líneas generales, el proyecto de este curso ha combinado técnicas de este aprendizaje junto con un juego basado en el juego de mesa PANDEMIC (ASMODEE IBÉRICA). Para llevarlo a cabo, en este proyecto, hemos planteado los siguientes objetivos:

A. Con respecto a los **ALUMNOS**

A.1. Involucrar al alumnado de modo activo en el proceso de su aprendizaje.

A.1.1. Dotar a los alumnos de FIGG de herramientas de APRENDIZAJE AUTÓNOMO a través de las actividades de ludificación.

A.1.2. Fomentar el trabajo EN EQUIPO y el APRENDIZAJE COOPERATIVO para la resolución de un reto planteado.

A.1.3. Fomentar las HABILIDADES DE COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA: se motivará al alumno para presentar sus resultados en diferentes formatos de un modo científico, creativo, visual y resolutivo.

A.1.4. Aumentar su COMPETENCIA LINGÜÍSTICA en inglés científico. Para ello se les proporcionará diferente material en inglés y se les dará la oportunidad de redactar sus resultados en este idioma.

A.2. Despertar la curiosidad del alumno y dotarle de un pensamiento crítico válido para cualquier ámbito.

A.2.1. Fomentar el ESPÍRITU REFLEXIVO, CRÍTICO y CREATIVO del alumno. Para ello se incentivará la reflexión sobre su propio trabajo y el de sus compañeros.

A.2.2. Aumentar su curiosidad por saber más. Se les planteará temas éticos que estén relacionados con la asignatura. Se persigue con esto aumentar sus miras y despertar sus ganas de saber más sobre la materia.

A.2.3. Motivar al alumnado con un modo diferente de aprender y de evaluar (para aprobar deberá superar los obstáculos que se plantearán en cada reto, siguiendo la rúbrica a tal propósito realizada).

A.2.4. Que el alumno vea y entienda la conexión ciencia-tecnología-sociedad.

A.3. Que el alumno conozca posibles salidas laborales asociadas con su formación.

Aunque estén en segundo curso, muchos alumnos ya han comenzado a plantearse la orientación de su futuro profesional. Por esa razón, en esta asignatura y mediante la actividad de innovación docente propuesta nos proponemos ayudar a que los alumnos planifiquen su formación identificando conceptos y capacidades que pueda ser importante reforzar de cara a tener más posibilidades de abordar con éxito el mercado profesional.

B. Con respecto a los **DOCENTES**

B.1. Dotar al profesorado de HERRAMIENTAS DOCENTES diversas con las que reforzar su labor docente y poder motivar al alumno en el aprendizaje activo de los contenidos de la asignatura. Entre estas herramientas, además de recursos didácticos se contará con una rúbrica de evaluación consensuada entre los docentes de la asignatura.

B.2. Fomentar el trabajo en equipo en los docentes; crear un espacio abierto en el que comentar problemas que vayan surgiendo en la realización del proyecto.

C. Con respecto a la **ASIGNATURA**

C.1. Reforzar los objetivos docentes de la asignatura mediante el uso de nuevas tecnologías.

C.2. Contribuir a cubrir las lagunas que pudieran presentar los alumnos que cuando cursan Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica aún no tienen una base sólida en Genética Molecular.

C.3. Profundizar en los contenidos transversales de la asignatura. La constatación de la aplicabilidad de las técnicas de ingeniería genética en la resolución de problemas que afectan a situaciones de la vida real permitirá subrayar la importancia fundamental que tienen los contenidos de la asignatura.

C.4. Incluir al PAS en el proyecto facilitando así que se sientan involucrados en el desarrollo de la asignatura.

D. Con respecto al **GRADO EN BIOLOGÍA.**

D.1. REFORZAR la calidad de la enseñanza del Grado en Biología impartida por el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UCM y mejorar de este modo su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.

D.2. Dar visibilidad al trabajo realizado a través de la participación en jornadas sobre docencia.

D.3. Poner a disposición de los alumnos recursos que pueden ser útiles para el desarrollo de actividades relacionadas con otras asignaturas de la Titulación.

2. Objetivos alcanzados

Una vez realizado el proyecto, los objetivos logrados han sido los siguientes:

A. En cuanto al ALUMNADO:

A1. Aumentar la implicación del alumnado en la adquisición activa de los conocimientos, competencias y habilidades asociadas a la asignatura:

- Se ha conseguido **fomentar el trabajo EN EQUIPO y el APRENDIZAJE COOPERATIVO** para la resolución de problemas. Así, la mayor parte de los alumnos se integraron en un equipo de trabajo con el fin de resolver de manera colectiva y cooperativa las cuestiones que se han ido planteando. Igualmente se ha conseguido que todos los equipos de trabajo presentaran las actividades requeridas y finalizaran la actividad de ludificación. Hay que destacar que solo un número muy reducido de alumnos ha decidido no participar en este proyecto,
- Se ha conseguido **generalizar la utilización del CV, así como de la búsqueda información en bases de datos contrastadas** y accesibles a través de internet como parte del proceso de adquisición de conocimientos y competencias por parte del alumnado.
- Se ha conseguido **facilitar la autoevaluación** por parte de los alumnos de la adquisición de conocimientos mediante la utilización de herramientas para el desarrollo de tests de preguntas y respuestas como “Kahoot” y “Socrative” (ANEXO 2 y Tabla 5.1). Cabe destacar que el empleo de estas herramientas cuenta con una gran aceptación por parte del alumnado, que valoró muy positivamente su uso (8.4 sobre 10; ANEXO 3).
- Se ha conseguido **fomentar entre el alumnado el acceso a contenido de ámbito científico-cultural** relacionado con la materia mediante el uso de una página web específica y vinculada con el CV (ANEXO 1.2).
- Se ha conseguido facilitar la **adquisición de HABILIDADES DE COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA** ya que los alumnos han tenido que presentar una infografía científica en equipo al final de la actividad y defenderla oralmente (ANEXO 4).

En ese sentido cabe destacar que, dada la situación derivada del estado de alarma, el alumnado ha tenido que desarrollar esta actividad en remoto, con las dificultades añadidas que ello conlleva. Igualmente es importante señalar que la participación en esta actividad ha sido muy alta (el 100% de los equipos presentó una infografía) y que ha sido en general muy bien valorada por el alumnado (con una puntuación promedio de en torno a 8 sobre 10; ANEXO 3).

- Se ha logrado **reforzar entre los alumnos la idea de conexión entre ciencia-tecnología-sociedad**. Este objetivo se ha logrado principalmente mediante la inclusión en cada uno de los temas de la asignatura de una actividad del proyecto relacionando el uso de la tecnología de Biología Molecular impartida con la resolución de un problema concreto que pudiera ser de aplicabilidad real. Los alumnos han valorado en general esta parte muy positivamente.

Entre los objetivos que hemos abordado con menor intensidad se encuentran: el aumentar su COMPETENCIA LINGÜÍSTICA en inglés científico porque no se ha querido aumentar la dificultad del confinamiento con una mayor exigencia en otro idioma al alumnado; y el plantear otros temas de reflexión ni a plantear posibles salidas laborales, por toda la reestructuración del temario durante el confinamiento.

Uno de los objetivos que no se ha podido cumplir de manera completa es el de reforzar la adquisición de conocimientos más extensos en Genética Molecular. El alumnado ha dispuesto de poco tiempo para poder profundizar en la información complementaria que hemos puesto a su disposición en el CV. Esa situación unida a la falta de experiencia de muchos de los alumnos en la utilización de las herramientas de búsqueda en bases de datos ha hecho que no todos pudieran sacar el máximo partido posible a la información disponible. Así entre las posibles mejoras a incorporar en el futuro en la asignatura los alumnos consideran que los profesores deberíamos reforzar la explicación de la utilización de las herramientas de búsqueda en bases de datos o de la utilización de programas informáticos de apoyo. Consideramos que habrá que continuar trabajando para reforzar la asimilación por parte del alumnado de la estrategia de aprendizaje invertido.

B. Con respecto a los **DOCENTES y PAS**

El profesorado ha puesto en práctica HERRAMIENTAS DOCENTES diversas con las que reforzar su labor docente y poder motivar al alumno en el aprendizaje activo de los contenidos que se podrán utilizar en futuros cursos académicos. Entre estos materiales, se ha preparado un nuevo guión de prácticas adaptado a la actividad, una plataforma para el juego (ANEXO 1.6) y una serie de actividades a implementar (tabla 5.1 y ANEXO 1.5).

Cabe destacar el excelente trabajo en equipo desarrollado por los profesores tanto de la parte teórica como de la parte práctica de la asignatura. Ese trabajo facilitará que en los próximos cursos se pueda seguir mejorando la metodología docente y así afrontar con mayor eficacia los problemas que puedan ir surgiendo durante el desarrollo del curso. En ese sentido, el equipo docente ha mostrado disponer de las herramientas adecuadas para adaptarse de manera eficaz a la situación que se ha presentado este curso académico con la declaración el estado de alarma.

C. Con respecto a la **ASIGNATURA**

Se han utilizado nuevas tecnologías para reforzar los objetivos docentes de la asignatura.

Se ha reforzado la impartición de los contenidos transversales de la asignatura. Así, el desarrollo del curso permite constatar la importancia de las técnicas de ingeniería genética en la resolución de problemas de la vida real. Todo ello permitirá poner de manifiesto la extraordinaria importancia de los contenidos de la asignatura.

Se ha conseguido una mayor inclusión del PAS en la asignatura mediante su participación en el desarrollo del proyecto.

Nos ha faltado cubrir al 100% uno de los objetivos planteados, que es el de suplir las lagunas de conocimiento que presentan los alumnos que acceden a esta asignatura como ya hemos comentado en el párrafo anterior. La mayor dificultad reside en que el trabajo en equipo no siempre implica una comprensión de los contenidos igualitaria por parte de todos los alumnos y normalmente aquél que carece de una base sólida en los contenidos básicos se queda atrás en el aprendizaje. Será necesario desarrollar nuevas estrategias para solucionarlo.

D. Con respecto al **GRADO EN BIOLOGÍA.**

-Se ha dado visibilidad al trabajo realizado a través de la participación en una jornada y una publicación (ANEXO 5).

-Se cuenta con experiencia en ludificación que podría usarse en otras asignaturas de la Titulación.

3. Metodología empleada en el proyecto:

Este proyecto se ha basado en la filosofía del aprendizaje invertido (Roehl *et al.* J. of Family and Consumer Sciences; Alexandria Tomo 105, Nº 2, Spring 2013: 44-49). En esta metodología, el proceso de aprendizaje se centra en el alumno, el cual fuera del aula trabaja los contenidos y se utiliza el tiempo de clase para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos. El proyecto de este curso ha combinado este tipo de aprendizaje con una actividad basada en el juego de mesa PANDEMIC (ASMODEE IBÉRICA). Pandemic es un juego cooperativo en donde se plantea una situación hipotética en la que cuatro enfermedades infecciosas comienzan a expandirse por La Tierra, amenazando con producir una pandemia. Los jugadores deben cooperar para controlar la epidemia frenando la expansión de la infección y encontrando la cura de la enfermedad. La metodología utilizada para la realización del proyecto ha sido la siguiente:

A. Reuniones por sectores (docencia en clase o docencia de prácticas) tanto antes como después de la puesta en marcha del proyecto. Se definió un cronograma para el desarrollo de las actividades.

B. Realización de material para el proyecto:

b.1. Diseño y elaboración de las distintas actividades docentes. Se definieron las etapas de la ludificación; sus objetivos y puntuación que se han de cubrir en cada uno (Anexos 1.1, 1.3, 1.4).

b.2. Elaboración de una rúbrica de evaluación compatible con la guía docente (Anexo 1.7).

b.3. Selección de vídeos, enlaces web, libros y películas sobre los que montar las actividades del curso. Selección del material clásico de la asignatura a reutilizar (problemas, guión de prácticas). Cabe destacar que tras la declaración del estado de alarma, se modificaron las prácticas para que pudiesen impartirse en remoto.

b.4. Preparación de material TIC entre los que se encontró la creación y realización de cuestionarios de seguimiento y autoevaluación del alumnado utilizando las herramientas Kahoot y Socrative así como la utilización de diversas herramientas disponibles en el CV Moodle (Collaborative, tareas).

b.5. Desarrollo de una aplicación con un tablero on-line que permitió a los equipos de alumnos ver los avances que va teniendo la pandemia contra la que luchan y los puntos conseguidos a medida que las distintas tareas son completadas (ANEXO 1.6). Esta aplicación era accesible mediante contraseña a los alumnos desde la página web <https://www.recursoibioquimica.es/>

b.6. Revisión y Modificación del guión de prácticas y del material a preparar por los técnicos para ajustarse a la actividad de ludificación. Por ejemplo, se facilitó a cada equipo de alumnos una secuencia correspondiente al microorganismo patógeno contra el que tenían que desarrollar las distintas acciones del juego para que pudieran identificarlo usando las herramientas informáticas disponibles en el laboratorio.

b.7. Aprovechando la pandemia del coronavirus, se les ha dado a los alumnos enlaces a través del CV sobre cómo proceder en pandemias reales, protocolos de detección del coronavirus, etc.

Toda la información sobre el proyecto y la ludificación se ha puesto a disposición de los alumnos a través del campus virtual de cada grupo.

C. Se ha utilizado como recurso el TRABAJO EN EQUIPO (grupos de 4 a 5 alumnos) para llevar a cabo la ludificación. Al final del juego, todos los equipos han presentado al resto del grupo una infografía resumen en donde han presentado todas las etapas jugadas (ANEXO 4). Esta presentación se realizó a través de videoconferencias por llevarse a cabo en abril de 2020 en medio del estado de alarma.

D. Encuestas inicial y final del proyecto. Se ha realizado un TEST INICIAL DE CONOCIMIENTOS para ver el nivel general del alumnado y se han realizado encuestas de satisfacción al alumnado sobre el proyecto de innovación docente con propuestas de mejora (ANEXO 2).

4. Recursos humanos

Todos los docentes y personal técnico que participan en el proyecto pertenecen al Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UCM, pero están adscritos a distintas facultades, Químicas o Biológicas:

De la Facultad de Ciencias Químicas, las profesoras titulares D^a. Juana María Navarro, Mar Lorente, Guillermo Velasco y Cristina Blázquez que se han encargado de impartir la asignatura y supervisar las actividades del proyecto. El profesor Antonio Sánchez ha contribuido con su experiencia en programación a la elaboración de las actividades en el campus virtual.

De la Facultad de Ciencias Biológicas, el personal técnico (especialistas en Bioquímica) Teresa López y Regina Ranz cuya labor ha sido necesaria para la implementación en el laboratorio de la parte práctica realizada con los alumnos (Se llevó a cabo solo con 2 de los 8 grupos de modo presencial hasta el 11 de marzo de 2020).

Por otra parte, las profesoras de la parte práctica Sonia Castillo y Belén García-Forjeda (Fac. Químicas) y Govinda Guevara y Olga Cañadas (Fac. Biológicas) han readaptado el guion y las prácticas al proyecto presentado además de dar soporte al alumnado en las cuestiones suplementarias que se les ha planteado. Estas profesoras han realizado un trabajo ímprobo para virtualizar la asignatura e impartirla a partir del 11 de marzo ya que el confinamiento por la pandemia del coronavirus no permitió realizar las prácticas presenciales.

Todos estos recursos humanos han sido necesarios por tanto para llevar a cabo las distintas actividades planteadas en el proyecto.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades planteadas se han llevado a cabo con normalidad hasta el 11 de marzo de 2020, momento en el cual hubo que readaptar algunas de las actividades propuestas en el proyecto a un entorno virtual, ya que la asignatura a la que va dedicada este proyecto se imparte en el segundo cuatrimestre.

Etapas previas a la asignatura.

Han sido necesarias varias reuniones de coordinación desde el mes de julio de 2019 entre los componentes del equipo para repartir los cometidos y articular el proyecto. Como resultado:

- Se han elaborado las guías de la ludificación que han sido resumidas en una presentación para los alumnos (ANEXO 1.1, 1.3 y 1.4) disponible desde el Campus virtual.
- Se han diseñado las actividades que deben realizar los alumnos (llamadas ACCIONES, tabla 5.1) así como las actividades extras que les permita tener más puntos para alcanzar el final del juego (ANEXO 1.5).
- El guión de prácticas ha tenido que reestructurarse dos veces; la primera para adaptarse a la actividad, se le dio un enfoque más práctico y aplicado. La segunda debido al confinamiento se ha tenido que reajustar los contenidos a un escenario virtual por lo que el guión tuvo que ser modificado y las partes experimentales sustituidas con vídeos, simulaciones y datos reales obtenidos para la interpretación de resultados.
- En los meses previos al segundo cuatrimestre, se implementó la aplicación asociada a la página web <https://www.recursosbioquimica.es/>. La aplicación se construyó sobre el “framework” Codeigniter, versión 3.1.10, escrito en PHP, y el sistema de gestión de bases de datos relacionales MySQL, versión 5.7.28, sobre el que descansa la administración de usuarios y de contenidos del juego. Cada elemento del mismo, como actividades, puntos, fechas de avance de la infección, descripción de esta, etc., se definió como una tabla de la base de datos. El acceso a la aplicación se proporcionó bajo tres perfiles, super-usuario, profesor y alumno, dependiendo del nivel de permisos del usuario. El perfil de alumno permite acceder a información sobre el estado de avance en el juego del grupo al que pertenece el usuario, como el nivel de enfermedad sobre un mapa, una lista de acciones conseguidas y los puntos restantes, que se pueden invertir de dos maneras: en una nueva acción o en revertir el avance de la enfermedad. Los profesores no participan en el juego, pero tienen acceso a un menú de administración, desde el que pueden modificar las fechas de avance de la infección, distintas para cada turno de la asignatura, que el sistema utiliza para modificar automáticamente y de forma pre-programada, de acuerdo al progreso de la docencia en cada turno, el mapa que los alumnos ven al entrar a la aplicación. En otra de las entradas del menú de administración, los profesores disponen de una tabla para asignar o corregir la puntuación de los grupos que pertenecen a su turno. Pueden ver también un resumen de la puntuación disponible y del estado de avance de las y los estudiantes (véase el Anexo 1.6). Por último, un super-usuario puede, además de realizar todas las tareas de administración mencionadas, enviar invitaciones de registro a nuevos usuarios.

Durante el desarrollo de la asignatura

- Se formaron 12 equipos (3 por cada patógeno) en cada una de las clases de FIGG. Cada equipo ha estado formado por 4-6 alumnos. Un 98% del alumnado se acogió a la ludificación. Las

excepciones fueron algún alumno de Erasmus que tenía relativos problemas con el idioma y algún alumno de cursos superiores que escogió FIGG como optativa y apenas podía pasar por clase. El 100 % de los equipos llegaron hasta el final de la ludificación aunque algunos miembros de los equipos se dieron de baja por distintas circunstancias. Muchos de los equipos adoptaron un nombre (Las Pertussis, FIGGenierias, FIGGARO etc.), aunque algunos prefirieron designarse de modo genérico (p.e C1-2, grupo C de Figg, patógeno 1, grupo 2).

-Se ha pasado un cuestionario on-line al inicio de la actividad para comprobar su nivel de conocimientos y otro al final de retroalimentación (ANEXO 2). Además, se han realizado Kahoot y Socrative a lo largo del periodo de clases que han servido para el seguimiento de los equipos e ir revisando la participación del alumnado. La encuesta final se realizó durante el periodo de confinamiento y esto se ha traducido en una baja participación de los alumnos (entre un 37 y 64% del alumnado, ANEXO 3). Los motivos pueden ser variados ya que parte de los alumnos ha decidido darse de baja de la asignatura por las condiciones sobrevenidas, otra parte del alumno se ha desmotivado por las condiciones de enseñanza virtual y otra parte está cansada de las continuas encuestas a la que se ve expuesto y no vio la necesidad de contestar a esta encuesta. La idea original de esta valoración es que se hubiera realizado en clase después de la presentación de las infografías.

- A lo largo de la asignatura, se ha planteado una ACCIÓN por cada uno de los 8 temas del temario: se les ha ofrecido a los alumnos en cada tema actividades iniciales (alternando cuestionarios, actividades planteadas al equipo para trabajar en clase o desde casa; ver tabla. Estas actividades han sido paralelas a los ejercicios y seminarios que se imparten durante el curso y se han diseñado para reforzar los contenidos del curso y otros objetivos transversales (trabajo en equipo, contextualización en la sociedad, etc.). En general el alumnado ha valorado bien las actividades propuestas (con un 8 sobre 10, ANEXO 3), aunque la queja general ha sido que les ha llevado mucho tiempo adicional el preparar estas actividades.

Tabla 5.1. Acciones en cada tema pedidos a los alumnos:

Tema (parte BBM)	Acción
1. Aislamiento de ácidos nucleicos	Socrative inicial; Actividad búsqueda de protocolos de aislamiento de ácidos nucleicos: una miniprep, RNA y DNA genómico.
2. Electroforesis e hibridación	Socrative inicial y Ejercicio de sondas de DNA.
3. Enzimas de restricción	Socrative inicial y blast para identificar al patógeno.
4. Modificación <i>in vitro</i> . PCR	Socrative inicial y ejercicio de manipulación de una secuencia de DNA
5. DNA ligasa	Localización de primers sobre una secuencia de su patógeno.
6. Vectores de clonaje	Socrative inicial y ejercicio de clonaje del amplicón de la acción 5.
7. Genotecas	Socrative inicial y ejercicio de genotecas
8. Secuenciación	Socrative inicial y ejercicio de secuenciación con un cromatograma.

- Como prueba final, se ha pedido a cada equipo que resumiera todo su trabajo bajo el formato de una infografía gráfica (ANEXO 4). La idea original era presentarlo de modo oral en clase, pero dado que las infografías se presentaron en abril, se han realizado en directo utilizando las plataformas de *Collaborative* de *Blackboard* o *Google meets* ante sus compañeros.

Después de la asignatura

Se han valorado por parte del equipo docente las respuestas de los alumnos con idea de mejorar la enseñanza de cara al curso que viene.

Como valoración final llevada a cabo por los participantes del proyecto, podemos concluir que:

- El 88% del alumnado que contestó a la encuesta final ve esta asignatura como recomendable al resto de los alumnos dentro del grado de Biología (ANEXO 3).
- Sólo un reducido grupo de alumnos (unos 8 de los 115 encuestados) manifiestan que no les ha gustado la ludificación realizada porque suponía mucho trabajo realizar las actividades en casa por su cuenta.
- La no presencialidad de la parte práctica de la asignatura ha desanimado a muchos alumnos, aunque reconocen que no se ha podido hacer nada mejor al respecto.
- La realización de las infografías y los cuestionarios Kahoot/socrative han tenido en general buena aceptación con un 8.4 sobre 10 (ANEXO 3).
- Algunos alumnos han manifestado que elaborar una infografía les ha supuesto una dificultad grande porque nunca lo habían hecho y que necesitarían de más información para llevarlo a cabo.
- La filosofía del aprendizaje invertido no ha llegado a calar todavía entre los estudiantes que lo ven como una sobrecarga excesiva de trabajo y no están acostumbrados a resolver problemas por su cuenta aunque tengan las herramientas a su disposición.
- Hace falta reforzar más la asignatura en cuanto a la base que deben tener los alumnos para comprender bien los contenidos de los temas. Será necesario buscar nuevos cauces para llevarlo a cabo y ajustar las exigencias sin rebajar la calidad de la enseñanza en esta asignatura.

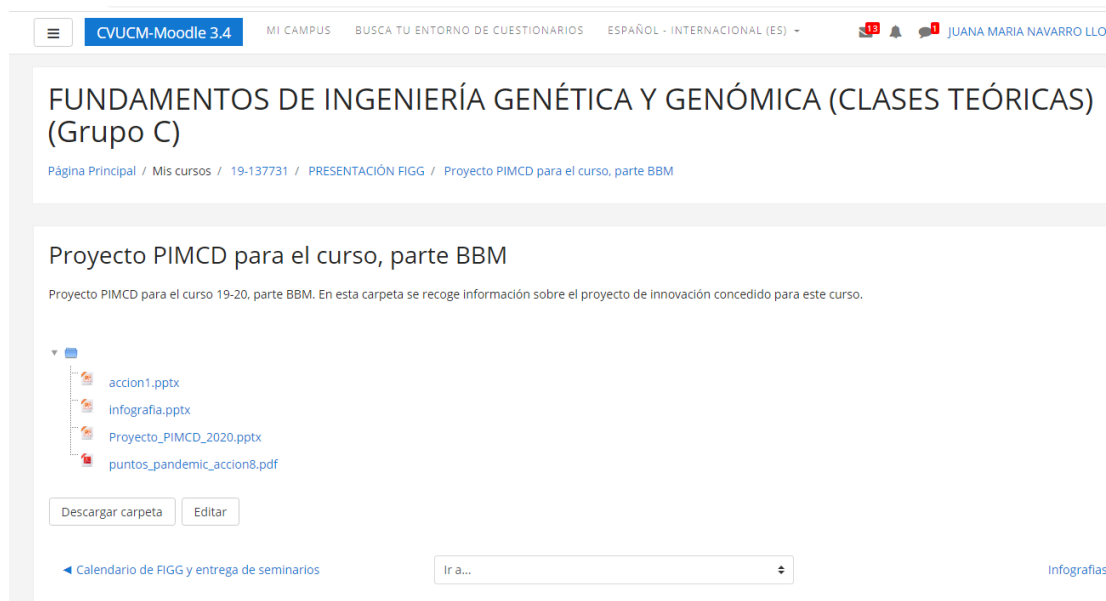
Por otra parte, se ha valorado la rúbrica para su modificación y adaptación al curso que viene. En general el alumnado nos pide valorar más todo el trabajo realizado y esto se tendrá en cuenta en próximos cursos.

Además de estas actividades, se ha asistido a jornadas de educación, en concreto, se ha presentado la propuesta de este proyecto a la XII Edición del ICERI el 11-13 de noviembre de 2019 celebrado en Sevilla siendo aceptado y publicado en el Conference Proceedings ISBN: 978-84-09-14755-7, DP. LEGAL: V-2804-2019 (ANEXO 5).

6. Anexos

Anexo 1: Material asociado al proyecto disponible para los alumnos.

1.1. Presentación en el campus virtual del proyecto a los alumnos de FIGG



CVUCM-Moodle 3.4 MI CAMPUS BUSCA TU ENTORNO DE CUESTIONARIOS ESPAÑOL - INTERNACIONAL (ES) JUANA MARIA NAVARRO LLO

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GENÉTICA Y GENÓMICA (CLASES TEÓRICAS) (Grupo C)

Página Principal / Mis cursos / 19-137731 / PRESENTACIÓN FIGG / Proyecto PIMCD para el curso, parte BBM

Proyecto PIMCD para el curso, parte BBM

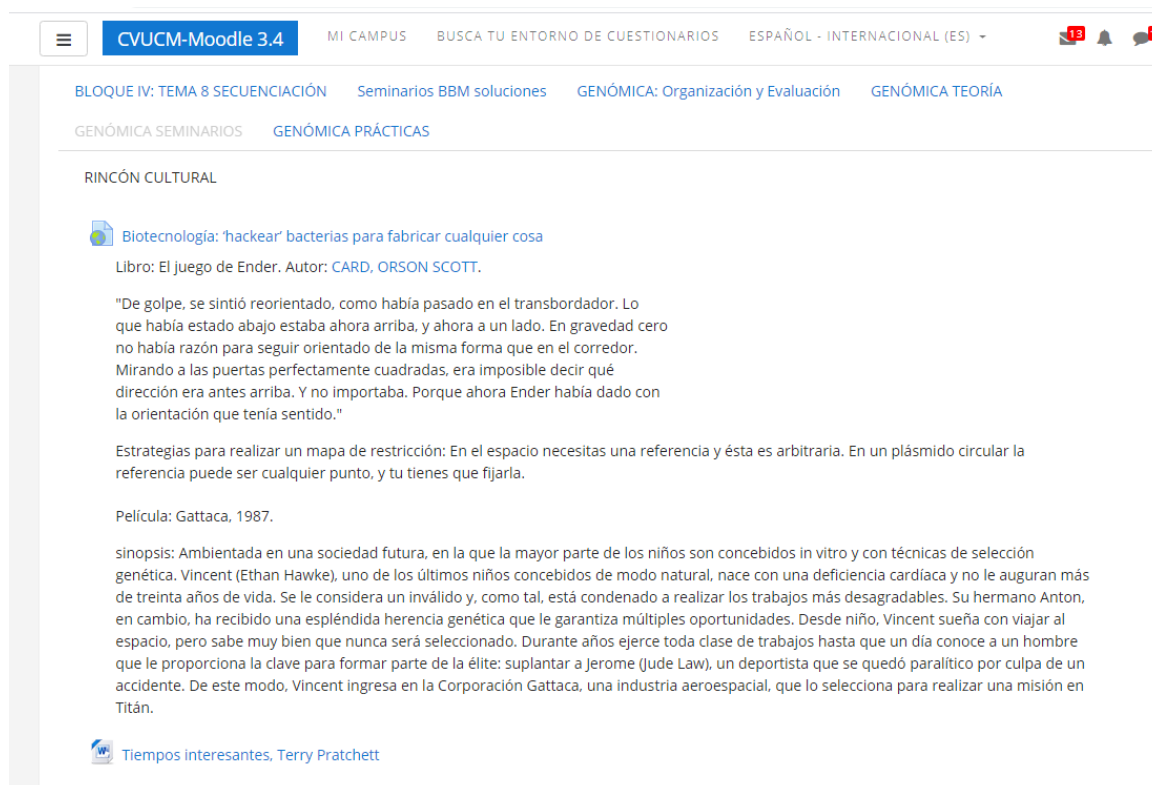
Proyecto PIMCD para el curso 19-20, parte BBM. En esta carpeta se recoge información sobre el proyecto de innovación concedido para este curso.

- accion1.pptx
- infografia.pptx
- Proyecto_PIMCD_2020.pptx
- puntos_pandemic_accion8.pdf

Descargar carpeta Editar

Calendario de FIGG y entrega de seminarios Ir a... Infografías

1.2. Propuesta cultural hecha a los alumnos de FIGG




CVUCM-Moodle 3.4 MI CAMPUS BUSCA TU ENTORNO DE CUESTIONARIOS ESPAÑOL - INTERNACIONAL (ES)

BLOQUE IV: TEMA 8 SECUENCIACIÓN

Seminarios BBM soluciones GENÓMICA: Organización y Evaluación GENÓMICA TEORÍA

GENÓMICA SEMINARIOS GENÓMICA PRÁCTICAS

RINCÓN CULTURAL

 Biotecnología: 'hackear' bacterias para fabricar cualquier cosa


Libro: El juego de Ender. Autor: CARD, ORSON SCOTT.

"De golpe, se sintió reorientado, como había pasado en el transbordador. Lo que había estado abajo estaba ahora arriba, y ahora a un lado. En gravedad cero no había razón para seguir orientado de la misma forma que en el corredor. Mirando a las puertas perfectamente cuadradas, era imposible decir qué dirección era antes arriba. Y no importaba. Porque ahora Ender había dado con la orientación que tenía sentido."

Estrategias para realizar un mapa de restricción: En el espacio necesitas una referencia y ésta es arbitraria. En un plásmido circular la referencia puede ser cualquier punto, y tu tienes que fijarla.

Película: Gattaca, 1987.

sinopsis: Ambientada en una sociedad futura, en la que la mayor parte de los niños son concebidos in vitro y con técnicas de selección genética. Vincent (Ethan Hawke), uno de los últimos niños concebidos de modo natural, nace con una deficiencia cardíaca y no le auguran más de treinta años de vida. Se le considera un inválido y, como tal, está condenado a realizar los trabajos más desagradables. Su hermano Anton, en cambio, ha recibido una espléndida herencia genética que le garantiza múltiples oportunidades. Desde niño, Vincent sueña con viajar al espacio, pero sabe muy bien que nunca será seleccionado. Durante años ejerce toda clase de trabajos hasta que un día conoce a un hombre que le proporciona la clave para formar parte de la élite: suplantarse a Jerome (Jude Law), un deportista que se quedó paralítico por culpa de un accidente. De este modo, Vincent ingresa en la Corporación Gattaca, una industria aeroespacial, que lo selecciona para realizar una misión en Titán.

 Tiempos interesantes, Terry Pratchett

1.3. Normas del juego

OBJETIVO PRINCIPAL DEL JUEGO:

- EVITAR QUE LA HUMANIDAD MUERA A CAUSA DE UNA PANDEMIA

SUBOBJETIVOS: (OBJETIVOS SECUNDARIOS, MEJOR QUE SUBOBJETIVOS?)

- DESCUBRIR EL AGENTE PATÓGENO CAUSANTE DE LA PANDEMIA Y CONSEGUIR UNA VACUNA Y TRATAMIENTO FRENTE A ÉL.
- EVITAR QUE LA ENFERMEDAD SE EXPANDA

NORMAS DEL JUEGO:

- Cada equipo estará formado por 5 jugadores.
- Obtención de la puntuación:
 - o Por cada tema de teoría se proponen una serie de actividades que han de resolverse para obtener hasta un máximo de 15 puntos para el juego. Las actividades calificadas con un 10, tendrán un valor de 15 puntos, y el resto de puntos será proporcional a esto).
 - o Por la realización de las prácticas y el examen de las mismas se obtendrán hasta un máximo de 20 puntos que corresponderá a una calificación de 10. Para obtener la puntuación de cada equipo se hará una media de las notas obtenidas en las prácticas de cada uno de los componentes del equipo.
 - o Por la realización de los mapas de restricción en las prácticas de la asignatura se obtendrá un máximo de 20 puntos. (una calificación de 10 se corresponderá con 20 puntos). Para la puntuación total de cada equipo se hará una media de las notas obtenidas en la resolución del mapa de restricción de prácticas de cada uno de los componentes del equipo.
- Los puntos obtenidos se podrán emplear en el avance de las acciones del juego (acciones expuestas abajo) resolviendo la identificación del patógeno, su aislamiento y el desarrollo de técnicas para su curación (por cada 10 puntos se avanza una acción) o bien, se pueden emplear en detener la expansión del patógeno (10 puntos retroceden una etapa de contagio). Lo ideal es ir obteniendo el máximo de puntos para que además de cumplir el primer subobjetivo, los jugadores consigan frenar la enfermedad antes de que la humanidad esté totalmente contagiada.

ACCIONES DE AVANCE DEL JUEGO:

- 1.- Síntomas de la enfermedad
- 2.- Abrir un centro de investigación para el estudio de la enfermedad
- 3.- Identificación del patógeno mediante comparación y análisis de su secuencia en un Blast (instrucciones anexas).
- 4.- Aislamiento y amplificación del material genético del agente patógeno
- 5.- Clonaje de una secuencia específica del patógeno
- 6.- Purificación de un antígeno del patógeno. Diagnóstico de la enfermedad
- 7.- Tratamiento y vacunas para la enfermedad.
- 8.- Evitar la pandemia mediante información a la población. INFOGRAFÍA FINAL

ETAPAS DE CONTAGIO DE LA ENFERMEDAD:

1. Comunidad de vecinos
2. España
3. Europa
4. Europa y Asia
5. Europa, Asia y África
6. Europa, Asia, África y Oceanía
7. Europa, Asia, África, Oceanía, América del Norte y Central
8. Nivel mundial.

1.4. Presentación de la ludificación a los alumnos.



ULTIMAS NOTICIAS: SE HAN DETECTADO VARIOS BROTES DE ENFERMEDADES VIRULENTAS DESCONOCIDAS EN MADRID.

SE TEME QUE ALGUNA SEA LA PRÓXIMA PANDEMIA.

¡URGENTE!: SE NECESITAN BIÓLOGOS PARA PARAR LA PANDEMIA. TODOS LOS TIPOS

PROYECTO PIMCD: "PANDEMIC: Cómo salvar el mundo mediante Ingeniería Genética cooperativa."

Cuatro enfermedades contagiosas se extienden por Madrid.

Los alumnos de la asignatura de Fundamentos de Ingeniería Genética del Grado de Biología debéis adquirir las competencias necesarias para salvar el mundo.

¡Os necesitamos!

Dpto BBM de la UCM

FIGG 2019-2020

El grupo de clase se va a dividir en Equipos de 5 futuros biólogos.

Tenéis que prepararos para ser el mejor equipo de especialistas para combatir la posible pandemia.

Pensad en un nombre para vuestro equipo....



Programa de Educación acelerada en Fundamentos de Ingeniería genética

Cada tema tiene unas “pruebas” asociadas. El equipo que pase estas pruebas **conseguirá puntos** que le permitirán acceder a las acciones necesarias para combatir una pandemia.

Una nueva acción estará disponible al final de cada tema.

CLASES TEÓRICAS

Se necesitan al menos 8 acciones para combatir la Pandemia.

Bloque I.-Preparación, análisis y manipulación in vitro de ácidos nucleicos.

- TEMA 1.- Métodos de aislamiento y purificación de DNA y de RNA. Análisis y caracterización de ácidos nucleicos.
- TEMA 2.- Electroforesis de ácidos nucleicos. Técnicas de hibridación en el trabajo con ácidos nucleicos. Sondas. Transferencia a soportes sólidos. Aplicaciones.
- TEMA 3.- Fragmentación de ácidos nucleicos. Endonucleasas de restricción. Análisis de restricción. Aplicaciones. Mapas de restricción. RFLPs y huella genética.
- TEMA 4.- Modificación in vitro de DNA y de RNA. Actividades enzimáticas. Marcaje de sondas. Síntesis de cDNA. Amplificación de DNA mediante PCR. Aplicaciones.

→ **Acción 1**

→ **Acción 2**

→ **Acción 3**

→ **Acción 4**

Bloque II.-Tecnología del clonaje de DNA recombinante.

- TEMA 5.- Unión in vitro de fragmentos de DNA. DNA-ligasa. Tipos de extremos: compatibles e incompatibles. *Linkers* y adaptadores. Tecnología del clonaje de DNA. Elementos centrales y etapas del proceso. Vectores. Transformación y selección de células transformadas.
- TEMA 6.- Vectores derivados de plásmidos. Marcadores de selección. Identificación de clones. Vectores derivados de fagos. Vectores de inserción y de reemplazamiento. Otros vectores de clonaje: cósmidos y fagómidos.

→ **Acción 5**

→ **Acción 6**

Bloque III.-Bibliotecas de DNA y aislamiento de genes y regiones génicas.

- TEMA 7.- Bibliotecas de DNA. Características de una genoteca. Construcción y análisis. Aislamiento de genes. Bibliotecas genómicas. Vectores y estrategias. Análisis de genomas. Bibliotecas de cDNA.

→ **Acción 7**

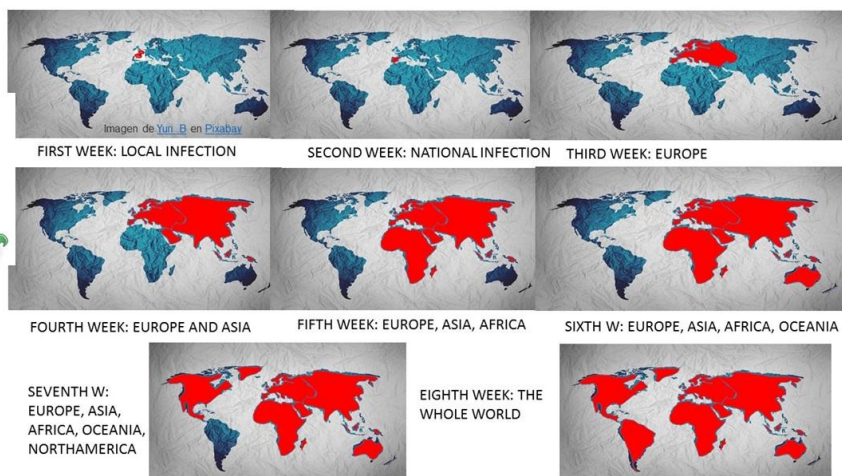
Bloque IV.-Secuenciación de DNA.

- TEMA 8.- Determinación de la secuencia del DNA. Métodos. Automatización. Estrategias de secuenciación. Análisis de grandes fragmentos genómicos. Integración de datos parciales. Gestión de datos. Bancos de secuencias. Comparación y análisis de datos. Interpretación de la secuencias de bases.

→ **Acción 8**



La infección
avanza al final
de cada tema
Y se va
convirtiendo
en Pandemia!!



¿Cómo puede cada EQUIPO frenar y vencer a la Pandemia?



CONSIGUIENDO LAS 8 ACCIONES NECESARIAS.

Se necesitan canjear 10 puntos para acceder a una acción.

FRENANDO EL AVANCE DE LA INFECCIÓN

Se necesitan canjear 10 puntos para frenar un paso de avance.
Sólo se pueden canjear si se tiene al día el número de acciones
correspondiente al tema de esa semana.

¿Cómo un equipo consigue puntos?



En cada tema: Actividades que contarán hasta 15 pts si se hacen bien.

15 pts: Notas entre 7 y 10
12 pts: entre 5 y 78
8 pts: si la nota es <5.
0 puntos si no se presenta nada.

En prácticas se concederán 20 pts por mapas y otros 20 por los ejercicios propuestos.

De ejercicios adicionales/extra voluntarios: 10 pts o a determinar según dificultad

8 acciones*10 pts= 80 pts para acceder a las 8 acciones

7 avances *10 pts= 70 pto para revertir el avance de la infección

En total cada equipo necesita al menos 150 pts para vencer.



¿Qué pasa si necesito más puntos al final del tema 8?

Actividades extras

¿Qué pasa si me sobran puntos?

Cooperación con otros equipos

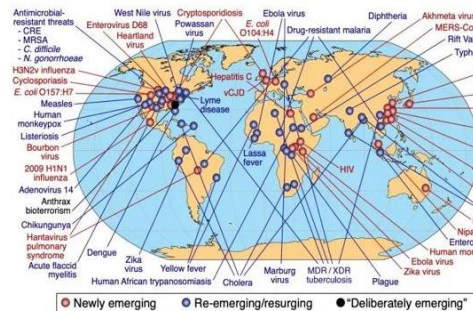
¿Cómo se valora la participación?

Rúbricas (¡siguiente diapo!)

¿Qué pasa si algún miembro del equipo deja de participar?

Hay actividades en equipo y actividades individuales en donde se hace la media de todos para el equipo. Cada miembro tendrá un registro de las actividades en las que ha participado. Si un miembro del equipo deja de participar, el equipo sigue acumulando puntos pero a ese miembro ya no le cuenta para la nota.

Cada equipo tendrá acceso a una WEB en donde aparecerá su mapa de contagio y sus puntos, así como las Acciones que vaya destapando. [fotos Antonio]



PANDEMIA. RETO MUNDIAL

¡SALVAMOS LA HUMANIDAD!

Hemos encontrado el camino para acabar con esta pandemia.

Tenemos un tratamiento para la enfermedad.

Hemos encontrado unos hábitos saludables que frenan la expansión de la pandemia.

Debemos transmitir de forma correcta lo que hemos descubierto y prepararnos para que no vuelva a ocurrir.

¡Buen trabajo!

Cómo hacer una Infografía

Tipos, elementos y herramientas

@javiperez_cm
@Teresaalbalv

En la última acción cada equipo preparará una infografía sobre todo lo que ha trabajado sobre su Enfermedad. Presentación en clase.

1. 5. Tres Actividades extras para obtener más puntos.

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GENÉTICA

Gr.Teoría	Componentes del Grupo

DATOS TÉCNICOS

Título Original:

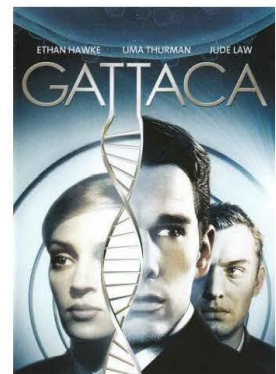
Año:

Duración:

País:

Director:

Reparto:



SINOPSIS

ESCENAS ELEGIDAS
Escena 1
Escena 2
Escena 3
Escena 4

PREGUNTAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué es un gen? ¿Y el genoma humano? En la actualidad el genoma humano está descifrado gracias al Proyecto Genoma Humano. <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son las principales conclusiones de este Proyecto? - Indica algunas aplicaciones derivadas de la descodificación del genoma humano. 2. ¿Qué es una secuencia de DNA palindrómica? ¿Hay alguna secuencia palindrómica en el título de la película? <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué tipos de enzimas reconocen secuencias palindrómicas en el DNA y cómo se descubrieron? - ¿Para qué podemos utilizar estas enzimas en un laboratorio de Biología Molecular? 3. Según comenta Vincent al inicio de la película, "...ahora, a los poco segundos de vida ya se podía saber el tiempo exacto y la causa de mi muerte..." <ul style="list-style-type: none"> - ¿Crees que nuestra información genética nos determina por completo? - ¿Te someterías a un análisis de tus genes con el fin de conocer la propensión a padecer determinadas enfermedades?

4. “Ya tenemos suficientes imperfecciones. Su hijo no necesita ninguna carga adicional”, dice el genetista.
 - ¿Es posible en la actualidad seleccionar todos los aspectos que se comentan en la película?
5. Comenta cuánto de lo que muestra la película según el estado de la ciencia actual es verdadero, falso, posible o imposible.
6. Comenta otros aspectos interesantes de la película a destacar.
7. Opinión general de la película.

ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Título de la noticia. Debe contener la idea principal del artículo y estar redactado en un estilo llamativo para el lector no especializado.

Resumen del artículo

En este espacio se escribe un *abstract* o **resumen**, para expresar en dos o tres líneas las ideas más relevantes que serán desarrolladas posteriormente en el cuerpo de la noticia.

Cuerpo del artículo

Desarrollo del **cuerpo del artículo**, donde se recogen los puntos relevantes del artículo expuestos en **orden descendente de importancia**. El artículo suele tener un cierre a modo de **conclusión**.

El estilo de redacción de la noticia debe ser divulgativo, teniendo en cuenta el tipo de público al que va dirigida (público no especializado).

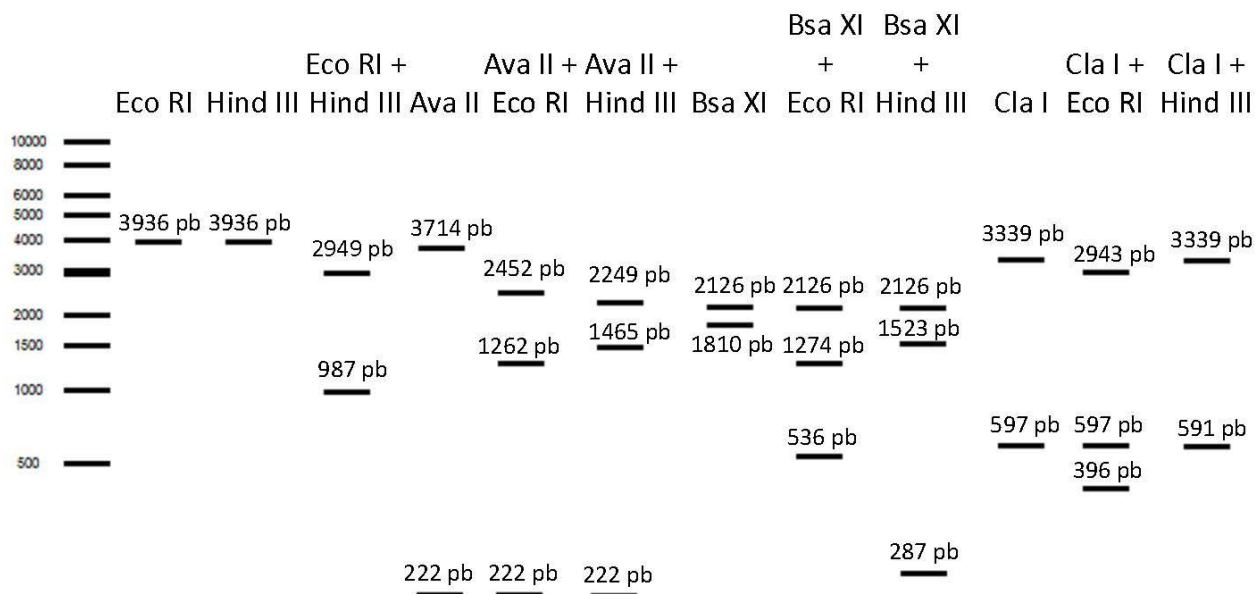
La extensión de la noticia debe ser de aproximadamente página y media (letra Arial 12, interlineado sencillo).

Es recomendable acompañar la noticia con una o dos fotografías, dibujos o diagramas, que deberán incluirse en el artículo junto con un pie de figura.

Información complementaria

Por último, se incluirán en este espacio otras fuentes donde poder obtener más información sobre el asunto de la noticia, así como los datos de los autores, el número del grupo y el grupo de teoría.

pBluescript-gen patógeno A



6 pb

1.6. Aplicación informática para ver la evolución del juego.

The screenshot shows the website **recursosdeBIOQUÍMICA** with the following navigation menu:

- Perspectivas laborales
- Jornada BBMI
- Videos
- FIGG: Pandemia**
- Quiénes somos

The main content area is titled **Asignación de puntos a grupos** and displays a table with the following data:

Turno	Grupo	Puntuación	Sumar puntos
C	1.1	0	0
C	1.2	65	0
C	1.3	3	0
C	2.1	70	0
C	2.2	35	0
C	2.3	45	0
C	3.1	0	0
C	3.2	5	0
C	3.3	0	0
C	4.1	5	0
C	4.2	10	0
C	4.3	33	0

Perspectivas laborales Jornada BBMI Videos **FIGG: Pandemia** Quiénes somos

Presentación Instrucciones Turno C Grupo No asignados Turno C Profesor/a Administración

0 pts

Acciones

1. Síntomas
2. Inversión para abrir un centro de investigación
3. Identificación del patógeno
4. Síntomas de detección del patógeno por PCR
5. Clonación de DNA del patógeno
6. Expresión de DNA y purificación de un antígeno del patógeno
7. Vacunación de un continente entero
8. Control de la enfermedad a nivel mundial. Publica una infografía



 **recursos de BIOQUÍMICA**

Perspectivas laborales Jornada BBMI Videos **FIGG: Pandemia** Quiénes somos

Presentación Instrucciones Turno C Grupo No asignados Turno C Profesor/a Administración

Progreso de los grupos en el juego

Turno	Grupo	Infección	Región de avance	Última acción	Puntuación	Reversiones disponibles
C	1.1	Peite	Europa	Clonación	0	2
C	1.2	Peite	Oceania	Inversión	65	2
C	1.3	Peite	Europa	Detección	3	1
C	2.1	Colera	Oceania	Síntomas/Colera	70	1
C	2.2	Colera	Oceania	Clonación	35	5
C	2.3	Colera	Oceania	Identificación/Colera	55	3
C	3.1	Malaria	España	Detección	0	0
C	3.2	Malaria	Europa	Detección	5	1
C	3.3	Malaria	Europa	Detección	0	1
C	4.1	Sida	Asia	Expresión	5	4
C	4.2	Sida	África	Expresión	10	5
C	4.3	Sida	Oceania	Síntomas/Sida	33	1

Entendido

Asignación de fechas de avance de la infección

Turno C 2020-01-29
 Turno C 2020-02-04
 Turno C 2020-02-07
 Turno C 2020-02-18
 Turno C 2020-03-03
 Turno C 2020-03-10
 Turno C 2020-03-23

Actualizar

Copyright © 2015-2020
 De la web: Miguel Arroyo, María José Fdez, María Navarro, Ana Saborido, Antonio Sánchez Torralba
 De los contenidos: Sus autores

1.7. Rúbrica de evaluación

2020: RÚBRICA DE EVALUACIÓN (sólo por parte del DPTO de Bioquímica, 66% de la nota final de la asignatura)

	Porcentaje Ficha docente	Valoración
Examen escrito	55%	Preguntas teórica-prácticas
Prácticas de laboratorio	30%	Asistencia, Informe con ejercicios a entregar al profesor/a de prácticas y un examen

Trabajo en seminarios no presenciales y Actividades presenciales	15%	Entrega de seminarios Entrega de las actividades (acciones) Infografía Final Participación activa en la ludificación Socratives/Kahoot
--	-----	--

Del 15% que no es examen ni prácticas, se valorarán los siguientes apartados:

	Excelente (1-1.5 ptos)	Mejorable (0.5-1 ptos)	Insuficiente (0-0.5 ptos)
Trabajo en seminarios no presenciales	Entrega del 80 al 100% de los seminarios completos Realización del 80 al 100% de las actividades propuestas por tema. Entrega de la infografía final.	Entrega del 50 al 80% de los seminarios completos Realización del 50 al 80% de las actividades propuestas. Entrega de la infografía.	Entrega de menos del 50% de seminarios completos Realización de menos del 50% de las actividades propuestas. No se entrega la infografía.
Actividades presenciales	Participación del 80 al 100% en actividades de clase. Presenta el reto oralmente.	Participación del 50 al 80% en actividades de clase. Presenta el reto oralmente.	Participación inferior al 50% en actividades de clase. No presenta el reto oralmente

Anexo 2: Cuestionarios

2.1. Cuestionario Socrative inicial de conocimientos previos (enero 2020)



Figg t0 inicial

Score: _____

1. ¿Qué es la ingeniería genética?

- ☐ A Una tecnología que permite modificar genes con fines industriales y económicos.
- ☐ B Es el conjunto de técnicas cuyo fin último es la clonación
- ☐ C Es el conjunto de metodologías que permite manipular el material genético de un organismo

2. Un ORF es

- ☐ A un marco abierto de lectura en el DNA cuya traducción permite obtener una proteína
- ☐ B una unidad génica de un organismo
- ☐ C una unidad transcripcional genética de un organismo
- ☐ D una proteína

3. La molécula de DNA

- ☐ A Si se calienta a 95°C se desnaturaliza y no puede recuperar su forma original después
- ☐ B es una molécula estable que puede desnaturalizarse y volver a su forma original sin problema
- ☐ C es una molécula segura ya que mantiene su estructura y conformación aunque cambien las condiciones ambientales
- ☐ D tiene estructura primaria pero no secundaria o superior

4. El código genético está formado por

- ☐ A Tripletes de bases y es solapado y universal.
- ☐ B Pares de bases y es universal.
- ☐ C Tripletes de bases y es distinto en procariotas y eucariotas
- ☐ D Tripletes de bases y es degenerado.

5. Señale qué porcentaje del RNA celular total representa el mRNA.

- ☐ A 3-5%
- ☐ B 10-15%
- ☐ C 20-25%
- ☐ D 55-60%

6. ¿Qué enlace es el más fuerte entre las bases?

- ☐ A A-T
- ☐ B G-C
- ☐ C los dos por igual

7. La cadena complementaria a 5'-GGCTA es

- ☐ A 5'- CCGAT
- ☐ B 3'-GGGAT
- ☐ C 3'-GGCTA
- ☐ D 5'-TAGCC

8. Un promotor bacteriano puede componerse de

- ☐ A una caja -10
- ☐ B una caja -25
- ☐ C una región operadora
- ☐ D todas son ciertas

9. Un promotor constitutivo

- ☐ A Siempre está abierto a la transcripción
- ☐ B Es el que constituye a la unidad génica
- ☐ C Pertenece a la unidad traduccional
- ☐ D Contiene una región operadora donde se une un regulador negativo

10. Los plásmidos

- ☐ A se encuentran en todos los organismos
- ☐ B deben tener un origen de replicación reconocido por la cepa en la que se encuentran
- ☐ C son unidades que contienen genes esenciales e imprescindibles para la vida
- ☐ D son unidades lineales de DNA que pueden integrarse en el genoma

2.2. Cuestionario Socrative de valoración de las distintas actividades realizadas para los alumnos de FIGG (Abril 2020).



pimcd_figg_2020

Score: _____

1. Valora del 1 al 10 la realización de las actividades propuestas en el juego. Puedes añadir comentarios.

2. Valora del 1 al 10 la actividad de la infografía final. Puedes añadir comentarios.

3. Valora del 1 al 10 el contenido puesto en el Campus virtual para vuestra formación.

4. Valora del 1 al 10 los cuestionarios del Kahoot y socrative hechos en clase. Puedes añadir comentarios.

5. Valora del 1 al 10 las prácticas de la asignatura. Puedes añadir comentarios.

6. Indica cual de las prácticas (miniprep, gel de electroforesis, PCR, mapa de restricción) te ha gustado más

7. Indica que es lo que te ha gustado menos de la asignatura.

8. Indica qué aspectos de las clases te gustaría cambiar para mejorar la asignatura.

9. Indica qué es lo que te gusta más de la asignatura.

10. ¿Recomendarías esta asignatura a estudiantes del grado de Biología?

Anexo 3. Valoración realizada por los alumnos de FIGG (abril 2020)

	Alumnos	Encuestas de valoración hechas	Porcentaje	Valora del 1 al 10 la realización de las actividades propuestas en Pandemic.	Valora del 1 al 10 la actividad de la infografía final.	Valora del 1 al 10 el contenido puesto en el Campus virtual para vuestra formación.	Valora del 1 al 10 los cuestionarios del Kahoot y socrative hechos en clase.	¿Recomendarías esta asignatura a estudiantes del grado de Biología?
Grupo A	57	22	38%	8.1 ± 0.8	8.4 ± 1.5	7.6 ± 1.5	nd	91 % SI
Grupo B	60	30	50%	8.9 ± 0.9	7.7 ± 1.6	8.9 ± 1.4	9.3 ± 0.9	87 % SI
Grupo C	59	38	64%	7.3 ± 2.6	8.1 ± 1.5	6.0 ± 2.0	8.0 ± 1.4	90% SI
Grupo E/F	45	25	56%	7.6 ± 1.6	8.0 ± 1.6	7.2 ± 2.0	8.0 ± 1.34	84 % SI
media				8.0 ± 0.7	8.0 ± 0.3	7.4 ± 1.2	8.4 ± 0,7	88 % ± 3

Anexo 4. Algunas de las Infografías elaboradas por los alumnos (del total de 48 infografías, abril 2020).

Yersinia pestis

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

- Domino:** Bacteria
- Filo:** Proteobacteria
- Clase:** Gammaproteobacteria
- Orden:** Enterobacterales
- Familia:** Yersiniaceae
- Género:** Yersinia
- Esp.:** Y. pestis
- Cocobacilos:** Gram negativos
- Anaerobios facultativos**
- Metabolismo:** heterótrofo
- Habitat:** suelos, agua
- Carilosis:** positiva
- Oxidación:** negativa
- Tamaño:** 0,5-1,0 µm
- Forma:** bacilo
- Reproducción:** binaria
- Temperatura:** 27-30 °C
- pH:** 6,5-7,5
- Resistencia:** alta
- Patogenicidad:** alta
- Enfermedades:** peste bubónica, peste neumónica, peste séptica

¿CÓMO IDENTIFICAMOS AL PATÓGENO?

Mediante una PCR y un posterior Southern-blot.

PCR, Polymerase Chain Reaction

Es una prueba de diagnóstico que permite detectar un fragmento del material genético de un patógeno.

PASOS A SEGUIR EN UNA PCR.

- Disaños nuestros oligos (forward y reverse) a partir de los cuales comenzará la polimerización y por tanto la amplificación de las cadenas complementarias.
- Introducimos clones para cortar y digerir el fragmento que nos interesa; la secuencia de patógeno, el resto: el DNA humano, se perderá.

¿CÓMO CLONAR EL PATÓGENO?

- Síntesis rADN:** Cortamos con enzimas EcoRI y HindIII, creando extremos compatibles.
- Transfusión de DNA:** Mediante choques térmicos.
- Selección de transformantes:** Gen bla de pBluescript que codifica una β-lactamasa capaz de romper la molécula de ampicilina.
- Identificación de recombinantes:** Cultivar en medio sólido con ampicilina las bacterias.
- Identificación de clones:** Actividad β-galactosidasa sobre medio con X-gal.

OBTENCIÓN DE LA VACUNA

La OMS

La vacunación no está recomendada por la OMS, excepto para grupos de alto riesgo como:

- Sanitarios
- Personal de laboratorio

Vacunas vs antibióticos

La vacuna ha ido perdiendo interés gracias a la aparición de nuevos antibióticos.

¿CÓMO ATISLAMOS EL MATERIAL GENÉTICO?

Debemos llevar cabo un protocolo de aislamiento para la extracción de DNA plasmídico bacteriano.

MINIPREP

La miniprep es la técnica más de purificación y concentración de ADN plasmídico para cualquier de sus posibles fines, entre los que destaca la clonación.

PASOS A SEGUIR EN UNA MINIPREP

- Resuspensión:** Se añade una solución de resuspensión celular, se mezcla mediante vortex y se promueve hasta conseguir una muestra homogénea.
- Lisis:** Se añaden detergentes como SDS o lazoima y NaOH. Desnaturalización.
- Neutralización:** Añadimos potasio en exceso, neutraliza el DNA, precipita las proteínas, precipita.
- Purificación:** Se puede utilizar etanol, fenol, cloroformo, etc. La purificación se hace a color después de la centrifugación.

TÉCNICAS PARTICULARES DE PREPARACIÓN

Los Kits preparativos nos ayudan a llevar a cabo estos procesos de forma más rápida. Consisten en un conjunto de soluciones:

- De resuspensión celular.
- De lisis alcalina.
- De neutralización.
- De purificación.

(LOS KITS FACILITAN EL AISLAMIENTO)

CONSTRUCCIÓN DE UNA GENOTECA

DNA pasajero, Vector, Huesped, Selección AM.

VACUNAS ATENUADAS

Replicación en el huésped, pero con virulencia atenuada.

Induce respuesta celular y humoral.

Menor número de dosis.

Protege durante más tiempo.

Más probabilidad de reacciones adversas.

La persona vacunada puede infectar a otros.

Más difícil de fabricar.

VACUNAS INACTIVADAS

No se puede replicar en el huésped.

Respuesta celular baja.

Necesita varias dosis y refuerzos posteriores.

Protege durante menos tiempo.

Menos reacciones adversas.

No desarrolla la enfermedad.

Más sencilla de fabricar.

PROTOCOLO DE ACTUACIÓN FRENTE A BROTES

- Localizar y eliminar la fuente de infección.
- Protección del personal sanitario.
- Aislamiento y tratamiento de los pacientes.
- Localizar a las personas que hayan mantenido contacto directo con el infectado.
- Higiene: lavado de manos.

YERSINIA PESTIS

IDENTIFICACIÓN DE LA BACTERIA

1. Aislar muestra de ADN de un individuo enfermo:

- Tomar muestra de paciente infectado, con cuadro clínico de peste
- Protocolo de aislamiento de DNA genómico bacteriano

2. Identificar el ADN aislado:

- Amplificación del fragmento aislado mediante PCR
- Southern Blot mediante hibridación con sonda marcada

3. Dar tratamiento adecuado:

- Y. pestis presenta resistencia natural a la penicilina, pero la mayoría de las cepas son sensibles a la estreptomycin, el cloranfenicol y las tetraciclinas. Actualmente hay ciertas evidencias de la sensibilidad de Y. pestis a gentamicina y doxiciclina.
- Si el tratamiento se inicia rápidamente, la mortalidad de la peste bubónica puede reducirse hasta el 1-5 % de los infectados. La peste neumónica y septicémica también pueden tratarse, pero suelen progresar tan rápidamente que los antibióticos siempre llegan tarde.

¿QUÉ TIPO DE BACTERIA ES?

Es un bacilo Gram (-) anaerobio facultativo y patógeno primario que produce en el ser humano la peste pulmonar, la peste bubónica y también la peste septicémica.

Las cepas virulentas de Y. pestis producen y secretan una exotoxina denominada toxina murina, cuyo modo de acción se basa en inhibir la respiración celular, bloqueando las reacciones de transporte de electrones en las mitocondrias, a nivel de la coenzima Q.

También produce una endotoxina altamente inmunogénica que puede dar lugar a una potente respuesta inmune en humanos.

LA PESTE

La peste es una enfermedad natural de los roedores, siendo las ratas el principal reservorio de la enfermedad. Son infectadas a través de un vector, que en este caso es la pulga de rata (Xenopsylla cheopis). La enfermedad se irá extendiendo de forma que la mortalidad entre las ratas se hace tan elevada que la pulga busca nuevos hospedadores, entre los que se encuentra el hombre.

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GENÉTICA Y GENÓMICA. PANDEMIA

Grupo A5: Chavez Valencia, Raquel; Dos Santos Barrera, Martín; Moyano Jimeno, Clara; Serrano Felix, David

La peste – Yersinia pestis

Yersinia pestis es un bacilo gram negativo, enterobacteria, aerobia facultativa, es el agente biológico de la peste

- Transmisión:** por el aire, pasando a la peste neumónica, afectando fundamentalmente a los pulmones que puede llevar a la peste septicémica, llevando a la muerte del ser humano.
- Síntomas:** tos con sangre en la expectoración, dolor de cabeza, fiebre alta, debilidad, dolor de pecho, náuseas y vómitos.
- Tratamiento:** con antibióticos en etapas tempranas con estreptomycin y tetraciclinas, debido que ambas inhiben la biosíntesis de proteínas.

Identificación del patógeno

- Aislamiento del DNA:** Muestra → "Salting out" → Purificación. Tomamos una muestra de saliva, aislamos el DNA eliminando el RNA y las proteínas mediante el proceso de "Salting out" y purificamos el DNA con isopropanol. Posteriormente, debemos lavar con alcohol al 70% y rehidratar la muestra.
- Purificación:** Se llevará a cabo una espectrometría. Se analizará la pureza mediante la absorbancia a distinta longitud de onda: A_{260}/A_{280} valor entre 1,8-2,0 para considerarse puro A_{260}/A_{320} valor en torno a 1,5-2,2 para considerarse puro.
- Hibridación:** Fijación → Marcaje con sonda → Southern blot. Fijación del patógeno mediante precipitación con etanol. Desnaturalización de una secuencia conocida mediante sonda radiactiva e hibridación con patógenos conocidos. Tratamiento con nucleasas y lavado aséptico. Se realiza un Southern blot y se busca el fragmento marcado.
- Clonación en el vector pET-5c:** La inserción de DNA en pET-5 se digerirá con las enzimas PvuI y SphI, generando extremos protuberantes. Transformación de bacterias competentes mediante choque térmico y sembrar en un medio con Amp.
- Reacción de PCR:** Se lleva a cabo una reacción PCR con nuestros primers diseñados. Realizaremos modificaciones in vitro en distintas etapas y la digestión con enzimas de restricción PstII y SalI, actuando en sitios de reconocimiento.
- Secuenciación automática:** Se llevará a cabo la técnica de terminadores de cadena (dNTPs), mediante un cromatograma quedan representados los fluoróforos que llevan estos terminadores que han sido registrados por el láser acoplado al sistema de secuenciación automática.
- Análisis de la secuencia:** Se utilizará la aplicación BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), que nos permite comparar secuencias de nucleótidos y proteínas de nuestra muestra de DNA, con las secuencias de las bases de datos. Identificando nuestro patógeno Yersinia pestis.
- Construcción de genotecas:** Fragmentos de DNA clonados con el mismo vector con el objetivo de contener muestras del DNA de nuestro patógeno. Fragmentación del DNA genómico y vector. Pasos: 1.Ligación y formación de plásmidos recombinantes 2.Transformación bacteriana y siembra. 3.Selección de recombinantes. 4.Selección del gen concreto mediante hibridación de una sonda.

VIH: IDENTIFICAR, ENTENDER Y REVERTIR SU IMPACTO

MUTA RÁPIDO
CADA UNA APROXIMADAMENTE UNA VEZ POR CADA 1000 NÚCLEOTIDOS.

ENFERMEDAD
La fase de crisis se conoce como SIDA.

VIH
El virus de la inmunodeficiencia humana es un retrovirus compuesto por dos cadenas idénticas de RNA monocatenarias.

Aislamiento del material genético: RNA

1. **EXTRACCIÓN**: Ruptura de las estructuras presentes en el material de partida. TE: Taponón Tris y EDTA, agente inhibidor de nucleasas.
2. **PURIFICACIÓN**: Fenol-clorofórmico. Precipitación con isopropanol y sales.
3. **RESUSPENSIÓN**: En agua estéril con DEPC.
4. **SECUENCIACIÓN DEL GENOMA**: Método de secuenciación masiva: 454-pyrosecuenciación.

¿Cómo identificamos el patógeno?

AMPLIFICAMOS LA SECUENCIA POR PCR

LA SECUENCIA DE LA SECUENCIA

LA SECUENCIA DE LA SECUENCIA

CREACIÓN DE UNA GENOTECA

PREPARACIÓN DEL VECTOR Y EL DNA PASAJERO

LIGACIÓN

TRANSFORMACIÓN

SELECCIÓN

¿Vacuna para el VIH?

¿Por qué no tenemos aún una vacuna?

¿Cómo identificamos el patógeno?

LA SECUENCIA DE LA SECUENCIA

LA SECUENCIA DE LA SECUENCIA

VIH CAMINO HACIA LA REVERSIÓN DE UNA PANDEMIA

SÍNTOMAS

Cansancio, Fiebre, Pérdida de apetito, Diarrea, Inflamación de ganglios.

¿CÓMO LO HEMOS DESCUBIERTO?

Extraemos una muestra sanguínea del paciente → Aislamos y purificamos el ARN → Realizamos una PCR → cADN → Insertamos el ADN del virus en un vector plasmídico → Clonaje en cultivo (biblioteca genómica) → Secuenciamos el ADN del virus para identificarlo.

¿CÓMO LO DETECTAMOS?

DETECCIÓN DEL VIH POR INMUNO-SCREENING

Centrifugamos una muestra de sangre → Añadimos el plasma a las células con el vector clonado → Se une el primer anticuerpo a la proteína p24 → Se une el segundo anticuerpo con el marcapunto enzimático.

TRANSMISIÓN **PREVENCIÓN**

Equipo B 2.1

En busca del *Vibrio* perdido



Investigadores:
Natalia Aguayo Fernández
Sofía Iribe Sánchez
Noelia Martín Bermejo
José Luis Sánchez-Escalante
Andrea Villanueva Ruizman

VIBRIO CHOLERA

Bacteria Gram negativa con forma de bacilo causante de la enfermedad del Cólera.
Se caracteriza por diarreas y vómitos que llevan a la deshidratación

OBTENCIÓN DE LA VACUNA

ASLAMIENTO DEL MATERIAL GENÉTICO (DNA)

1. Homogenización
2. Lisis bacteriana con SDS, proteasas, lisozimas...
3. Purificación con alcoholes

IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO

1. Electroforesis del DNA aislado
2. Southern-Blot (hibridación de la sonda específica creada por PCR)
3. Revelado
4. BLAST:

Forward: 5'-TATTGGCAGA
Reverse: 5'-AAGGTGTACAG

¿Encontramos secuencias homólogas?

SI: Identificación: *Vibrio cholerae*
NO: Nuevo patógeno

SECUENCIACIÓN DEL GENOMA

Método de secuenciación masiva (Illumina, Roche 454...)

NOTA:
No utilizamos Sanger porque sólo llega a secuenciar hasta 1000 bases

CONSTRUCCIÓN DE UNA GENOTECA

Objetivo: recopilar todo el genoma del patógeno.

DNA pasajero	DNA aislado y linealizado
Vector	Vector pMAL
Huésped	Cepa de <i>E. Coli</i> BL21 (DE3)
Selección	Método Lac-Z: medio LB (X-GAL, IPTG, ampicilina)

PRODUCCIÓN DE LA VACUNA

1. Clonación por PCR del gen que traduce el antígeno.
2. Obtención de antígenos: sobreexpresión del gen clonado.
3. Introducción de los antígenos en el animal de experimentación.
4. Respuesta inmune: desarrollo de anticuerpos
5. Producción de la vacuna a partir de los anticuerpos.

HEISENBERG

Vibrio cholerae

El cólera es una enfermedad infecciosa aguda

Síntomas:

- Comunes: Vómitos, Diarrea acuosa
- Náuseas
- Otros: Calambres, Arritmia, Deshidratación

Tratamiento:

- Reponer líquido y sales
- Suplemento de zinc
- NUNCA antidiarreicos

Cómo se ha identificado

Aislamiento del DNA plasmídico:
purificación por lisis alcalina. Inocula la muestra, centrifuga, limpia y drena, incuba, transfere y resuspende.

Análisis e hibridación:
comprobación de la pureza mediante absorbancias. Si es puro y hay cantidad suficiente (Lambert-Beer) se inicia la hibridación mediante sondas marcadas

Identificación del patógeno:
mediante BLAST y la secuencia aislada se identificó el patógeno como *Vibrio cholerae*

Localización de primers y amplificación:
mediante técnicas de PCR y electroforesis. Programas como Primer BLAST y pDRAW32

Creación de genotecas:
colección de clones con el vector recombinante insertado en el patógeno

Clonaje:
introducción de un plásmido recombinante en una célula huésped

Secuenciación:
interpretación de los cromatogramas realizados mediante fluoróforos

Anexo 5. Participación en el congreso ICERI 2019. Carátula del artículo aceptado.



Published by
IATED Academy
iated.org

ICERI2019 Proceedings
12th International Conference of Education, Research and Innovation
November 11th-13th, 2019 — Seville, Spain

Edited by
L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres
IATED Academy

ISBN: 978-84-00-14755-7
ISSN: 2340-1005
V-2004-2019

Book cover designed by
J.L. Bernat

All rights reserved. Copyright © 2019, IATED

The papers published in these proceedings reflect the views only of the authors. The publisher cannot be held responsible for the validity or use of the information therein contained.

PANDEMIC OR HOW TO SAVE THE WORLD USING GENETIC ENGINEERING TECHNIQUES: LEARNING GENETIC ENGINEERING BY A GAME-BASED METHODOLOGY

J.M. Navarro Llorens, M. Lorente Pérez, C. Blázquez Ortiz, R. Ranz Valdecasa, M.T. López Conejo, B. García-Fojeda García-Valdecasas, O. Cañadas Benito, S. Castillo Lluva, G. Velasco Díez, G. Guevara, A. Sánchez Torralba

Dpt. Biochemistry and Molecular Biology, Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)

Abstract

FUNDAMENTALS OF GENETIC ENGINEERING is an optional subject of the second year of the Degree in Biology at the Complutense University of Madrid. Its aim is an approach to the knowledge and application of the genetic engineering techniques.

In the following project, we present a didactic proposal based on the Flipped Classroom and the gamification methodologies to understand the techniques of genetic engineering. The project is based on the PANDEMIC board game (ASMODEE IBÉRICA), a cooperative game where a hypothetical situation is posed in which four deadly diseases have appeared on earth, and the cure that will prevent the disappearance of humanity depends on a team of specialists. Players must cooperate to control the progress of the epidemics in a given time: the team must stop the wave of infections while finding the cure. The main objective of this project is to involve students in the construction of their Genetic Engineering learning.

Keywords: Genetic Engineering, Gamification, Biology, Flipped methodology, University.

1 INTRODUCTION

One of the optional subjects of the Biology Degree at the Complutense University of Madrid (UCM) is Fundamentals of Genetic Engineering (FGE) whose objective is to provide students with the basic tools and methods of the Genetic Engineering (6 ECTS credits). Although it is an optional subject, it is widely chosen among students and around 70% of the biology students take it as an option. Therefore, we usually have from 50 to 60 students per class.

The main difficulties that teachers may find in this subject are: i) students arrive without the molecular genetic background necessary to understand the fundamentals of the techniques, ii) students have problems at solving non-standardized exercises, iii) the difficulty of teaching techniques that are mainly practical in a classroom and iv) students do not find the applicability and are demotivated shortly after starting the course.

For all these reasons, this project presents a didactic proposal on the contents of the subject FGE taking into account novel methodologies such as the Flipped Classroom and the gamification. Flipped learning is a pedagogical approach in which students are introduced to the learning material before class while time in the classroom is used to explore topics in greater depth and create meaningful learning opportunities (e.g. problem-solving activities and integration of deeper concepts) [1, 2]. Gamification techniques, on the other hand, mean to applying the mechanics of gaming to non-game activities to change people's behaviour in order to influence and motivate them; it is being nowadays applied from industry to Education [3,4]. Gamification in learning therefore, involves incorporating game elements to motivate students.

This project is based on the PANDEMIC board game (ASMODEE IBÉRICA [5]). Briefly, in Pandemic, several virulent diseases have broken out simultaneously all over the world. The players are disease-fighting specialists whose mission is to treat disease hotspots while researching to find cures or vaccines for each of four plagues before they get out of hand. Players must cooperate to control the epidemics and control their progress in a given time using genetic engineering techniques.

With the completion of this project, our aims are shown in Table 1. Basically, we intend to provide a higher teaching quality to this subject and involve students into a deeper knowledge of the contents, since understanding genetic engineering techniques is important to understand all the biotechnology behind our lives and in society.